

Tendencias en maquinaria para la distribución de fertilizantes orgánicos

El precio al alza de los abonos minerales ha despertado el interés de nuevo por la fertilización orgánica, lo que ha potenciado mejoras y nuevos desarrollos por parte de fabricantes e investigadores. En general, los nuevos sistemas tratan de buscar respuestas a dos inquietudes del sector: mayor precisión en la aplicación y un mejor control medioambiental.

C. Valero Ubierna y P. Barreiro Elorza.

Universidad Politécnica de Madrid.

En lo relativo a la mayor precisión, los primeros trabajos sobre agricultura de precisión aplicada al tema del abonado orgánico se remontan ya al año 2000, y en la actualidad hay tecnología plenamente dis-

ponible para la fertilización con purines localizada, siguiendo por GPS un mapa de prescripción previamente fijado. Además, el uso de estos sistemas automatizados permite registrar las operaciones realizadas en campo con rigor mediante el correspondiente sistema de documentación electrónica, y cumplir la directiva comunitaria al respecto. Al igual que en otras máquinas, los fabricantes están poco a poco

implantando el estándar Isobus para control automático y comunicación electrónica con el tractor. Sin embargo las peculiaridades de la fertilización orgánica hacen difícil el desarrollo de modelos de simulación que permitan un control más ergonómico a los usuarios de estos equipos.

Propensión hacia mayores máquinas

La evolución de la maquinaria de distribución de estiércoles y purines ha sido clara en los últimos años, con la aparición de modelos de mayores dimensiones. Para fertilizantes líquidos es habitual encontrar modelos con capacidades de casi 30 m³ y hasta 30 t. Para mover estos depósitos y que la compactación del terreno sea lo menor posible, es necesario montar un bastidor de ejes triples, con control de tracción y dirección electrohidráulica. En ocasiones las dimensiones y/o peso de estas máquinas dificultan su tránsito por carretera por estar al límite de lo permitido por la normativa local. También se ofrecen bastidores polivalentes, de los cuales se puede "bajar" la cuba de esparcido gracias a un sistema hidráulico, y usar el chasis de dos o tres ruedas para acarrear otros contenedores (caja de remolque para grano, forraje, etc.). Existe también una tendencia hacia las máquinas autopropulsadas para grandes explotaciones, que pueden incorporar ejes telescópicos para enganchar múltiples tanques.

En las cisternas actuales el peso que descansa por rueda puede llegar a las 5 toneladas. Para que la presión de inflado de estas ruedas se aproxime al óptimo de 1,5 bares (o menos), las cubiertas deben tener unas dimensiones de entre 65 y 80 cm de ancho, por 150 a 180 cm de alto. Los actuales fabricantes ofre-



Foto 1. Los bastidores 'desmontables' pueden servir para rentabilizar su inversión.



cen ya neumáticos de estas dimensiones para los modelos de chasis grande. El problema es que, durante el trabajo/transporte, las condiciones pueden variar y sería necesario modificar la presión de inflado; por ello algunos modelos incorporan sistemas de inflado de ruedas centralizado en el bastidor.

Separación entre transporte y distribución

En lo que respecta a los costes de transporte, para distribuir grandes cantidades pueden ser adecuados esparcidores de grandes dimensiones si la distancia a la parcela no es muy grande. En caso contrario se está extendiendo el uso de sistemas de transporte independiente de la labor de distribución. Para el acarreo del fertilizante hasta la parcela se usan camiones, cuyo coste es menor, y a pie de finca se trasvasa el material del camión a la cisterna distribuidora. Sin embargo, la máquina distribuidora ha de tener una capacidad suficiente para evitar



Foto 2 (arriba izda.). Los sistemas de inflado automático de las ruedas de los grandes remolques distribuidores son imprescindibles para disminuir automáticamente la presión y reducir la compactación en parcela. Foto 3 (derecha). Las nuevas tendencias apuntan a la separación entre transporte y distribución, empleando camiones o depósitos en el lateral de la parcela.

que los camiones estén esperando a ser vaciados en la parcela, o incluso puede ser interesante disponer de un contenedor temporal (cuba) intermedio en cabecera. Cada empresario deberá hacer los cálculos necesarios para optimizar el sistema formado por equipos de transporte, más equipo(s) de distribución, teniendo en cuenta tiempos y costes de operación.

La separación entre transporte y distribución llevada al extremo son las máquinas distribuidoras sin cuba, con bastidor de hasta 12 m de anchura, que constan sólo de elementos de distribución (múltiples mangueras que acaban jun-

to a los discos, rejillas o inyectores) y una gran bobina con una manguera principal (unos 15 cm de diámetro y hasta 700 m de largo). Precisamente es este conducto el que da nombre al sistema, ya que se conoce como "drag-hose" (literalmente 'manguera remolcada'), que puede ser traducido como "inyección con manguera". Esta gran manguera es el 'cordón umbilical' que va suministrando el fertilizante a la máquina según se mueve por el campo, ya que está permanentemente unida al camión o a la cuba estática situada en el lateral de la parcela, o incluso con el estanque de almacenamiento de



Foto 4. Las grandes explotaciones tienden a adquirir sistemas de hasta cuatro ejes con chasis articulado.

purines de la explotación. Por tanto la longitud de esta conducción principal que se va desenrollando sobre el campo según se trabaja es el factor limitante de este sistema, pero un correcto dimensionamiento de camiones y el posicionamiento adecuado en los bordes del campo hacen de esta forma de aplicación una interesante apuesta de futuro. Con el empleo de un tractor-bomba intermedio se pueden cubrir distancias de hasta 3-4 km entre la máquina distribuidora y el tanque.

Una versión ligera de este concepto "sin cuba" son los aperos inyectoros de purines sin bobina para la manguera. En este caso, el apero de

pequeñas dimensiones (3-4 m de ancho) es similar a un chisel, con las conducciones necesarias para inyectar el purín tras las botas, y remolca el extremo de una manguera de cuya gestión (enrollar, desenrollar, mover) se encargan otros tractores u operarios. La gran ventaja de este sistema es que el conjunto tractor-apero pesa poco, genera escasa compactación, es perfectamente aplicable a sistemas de no laboreo, y por tanto las ventajas en cuanto a esponjamiento del terreno y reducción del consumo de combustible son mayores. Experiencias de varios años de uso en Europa del Este y en California demuestran que las necesidades de agua del

maíz tras usar fertilización mediante "inyección con manguera" con aperos ligeros son menores (Sustainable Conservation, www.suscon.org).

Determinación del contenido en nutrientes en la cuba

Un problema común del empleo de fertilizantes orgánicos, tanto líquidos como sólidos, es que no se conoce con exactitud la riqueza fertilizante del estiércol o purín. Es posible tomar muestras y realizar su determinación en laboratorio, pero requiere tiempo y es costoso. Sin embargo, en la Universidad de Kiel están perfeccionando un método para medir en tiempo real, en el tanque, el contenido en nutrientes y el porcentaje en materia seca del fertilizante. El instrumento se basa en el uso de la técnica de la espectroscopía en el rango infrarrojo, es de reducido tamaño y puede proporcionar datos en modo continuo, almacenándolos para su posterior análisis.

Pero no sólo interesa el contenido en nutrientes y materia seca, sino la correcta dosificación del fertilizante. Por ello se han desarrollado desde hace unos años los sistemas de medida del flujo real de fertilizante líquido que sale de la cuba, gracias a sensores ultrasónicos o inductivos colocados en el conducto de salida. Mediante comparación con la velocidad real de avance de la máquina (con un sensor de avance/deslizamiento o un GPS preciso), el sistema electrónico es capaz de ajustar la dosis actuan-



Foto 5. Los sistemas de inyección o enterrado del fertilizante mediante discos o rejas son los menos perjudiciales medioambientalmente.

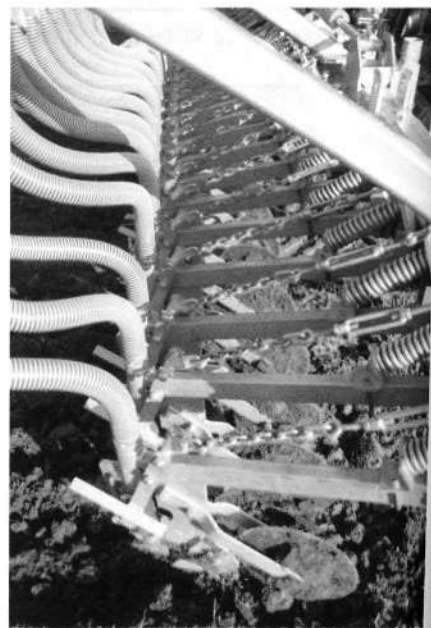




Foto 6. Cisterna distribuidora de cuatro ejes, con inyección localizada mediante rejillas abresurco.

do sobre la válvula electrohidráulica. Este sistema se ha ido perfeccionando últimamente y cuenta con gran aceptación en muchas zonas, gracias a la precisión conseguida.

En el caso de fertilizantes sólidos la medición en tiempo real es más problemática, por el hecho de que este material no se homogeneiza antes de su distribución. Aunque la homogeneidad puede mejorarse moviendo el material antes de cargarlo, el resultado final es un producto muy variable en contenido de nutrientes a la hora de ser aplicado.

Los esparcidores de fertilizantes orgánicos "a voleo" pierden importancia

Dado que los agricultores demandan mayor precisión en la fertilización orgánica, los esparcidores de estiércol son cada vez menos demandados en explotaciones tecnificadas. Su precisión normalmente no es suficiente para evitar mermas en el rendimiento, y el patrón de distribución conseguido se ve claramente influenciado por el viento durante la aplicación. Adicionalmente este tipo de fertilización genera claros problemas de olores y emisiones de amoníaco. Sin embargo estas máquinas tienen algunas ventajas, entre las que destaca su bajo precio. También son más versátiles que las cisternas con deposición localizada, y pueden ser adecuadas para pequeñas explotaciones forrajeras.

Cisternas distribuidoras de purines en bandas

En los últimos años han ganado aceptación las cisternas distribuidoras en bandas, con múltiples mangueras de salida. Con ellas el purín es repartido mediante tubos con salidas dispuestas en línea, a unos 25-30 cm de distancia.

Para ayudar a una mejor distribución, algunos fabricantes incorporan frente al final del tubo un disco rotativo perforado, para conseguir el efecto 'abanico' y distribuir el líquido sobre el suelo o planta con mayor homogeneidad. La precisión conseguida con estas máquinas es muy alta y se consigue una considerable reducción de la contaminación olorosa. Los antiguos problemas en cuanto a pérdidas de producto por go-



Foto 7 (arriba). Un nuevo concepto de gran interés es la inyección con manguera remolcada, en la que la máquina distribuidora carece de cuba y está unida permanentemente a un depósito lejano mediante una gran manguera.

Foto 8 (abajo). Distribución localizada en superficie sin enterramiento del fertilizante.

teo durante el transporte, o atascos en las conducciones y salidas, han sido erradicados con las nuevas tecnologías. Son equipos ideales para la distribución de purines en parcelas con maíz o cereales en crecimiento.

Otros fabricantes incorporan sistemas en los tubos de salida que apartan la vegetación a un lado para depositar el producto en el suelo de la calle, sobre el suelo ligeramente removido. Esto reduce todavía más las emisiones y previene daños a la cubierta vegetal. Las

anchuras útiles de estas máquinas pueden llegar hasta los 30 metros. Sin embargo, su gran peso aconseja no sobrepasar anchuras de unos 15 metros, pues pueden aparecer problemas de compactación.

También son frecuentes sistemas con botas abridoras de surco, para inyectar el producto y proceder a su enterrado completo. Originalmente estos equipos poseían un gran peso, poca anchura de trabajo y un alto requerimiento de fuerza de tiro, pero estos inconvenientes están

siendo superados, y es de esperar una mayor importancia de este sistema, sobre todo por la mejora medioambiental que supone.

Sistemas de distribución autopropulsados

La separación entre transporte y distribución permite aumentar la capacidad de transporte de los fertilizantes orgánicos líquidos enormemente. Por ello se están haciendo intentos de aumentar también la capacidad de los distribuidores en campo. Una opción es emplear distribuidores autopropulsados, con capacidades de esparcir hasta 100 m³/h. Entre sus ventajas destaca su gran maniobrabilidad y buena visión del trabajo - parcela desde la cabina, frente a sistemas tradicionales de tractor y cisterna distribuidora remolcada. Adicionalmente, su gran potencia permite velocidades de trabajo altas y por ello grandes capacidades de trabajo. Lógicamente, estas máquinas sólo serán rentables para uso intensivo y grandes extensiones.

Otro aspecto a considerar con los sistemas separados es el trasiego de purín en parcela, desde el camión a la máquina distribuidora (pasando o no por una cuba intermedia). Es posible que el sistema de bombeo esté incluido en el camión, en la máquina de distribución o incluso pertenezca a otra máquina autopropulsada, pero siempre hay que tener en cuenta el caudal a trasegar, la longitud de los conductos y la presión en la bomba.

Bibliografía

La información presentada en este artículo ha sido recopilada de los "Jahrbuch Agrartechnik - Yearbook Agricultural Engineering" de los últimos 10 años, publicados por la VDI y VDMA (asociación de fabricantes de maquinaria alemanes). En ellos se revisan los avances en distintos ámbitos de la ingeniería agrícola, incluyendo unas 200 referencias bibliográficas seleccionadas por tema.